



Technische
Universität
Braunschweig

Universitätsbibliothek
Braunschweig

Digitale Bibliothek Braunschweig Publikationsserver der TU Braunschweig

Autor: Rolf Kloss

Titel: Planung Bau und Betrieb einfacher Hochleistungsanlagen zur anaeroben
Reinigung von Abwässern

Elektronisch veröffentlicht am: 15.05.2012

url: <http://www.digibib.tu-braunschweig.de/?docid=000430120>

Ursprünglich erschienen in:

Tagungsbericht Biogasseminar Oberreifenberg "10 Jahre GATE/GTZ
Biogasverbreitungsprogramm" Hrsg. GTZ Eschborn, 1990

PLANUNG, BAU UND BETRIEB
EINFACHER HOCHLEISTUNGSANLAGEN
ZUR
ANAEROBEN REINIGUNG VON ABWÄSSERN

Rolf Kloss

1. Problemstellung

Oggleich die anaerobe Behandlung von Abwässern in den Ländern der Dritten Welt neben der Deponiegasgewinnung als das Hauptanwendungsgebiet der Biogastechnologie anzusehen ist, wurden bisher nur wenige Anlagen zur anaeroben Abwasserreinigung in Betrieb genommen. Dies liegt daran, daß sich dünnflüssige, organisch verunreinigte Abwässer mit der herkömmlichen Anaerob-Technologie nicht wirtschaftlich reinigen lassen. Mit der Entwicklung von Hochleistungsanlagen hat sich diese Situation jedoch entscheidend verändern [1, 2].

In den Ländern der Dritten Welt fallen sehr viele dünnflüssige Abwässer an, wie Kommunalabwasser, mit Waschwasser verdünnte Abwässer aus Intensivtierhaltungen, Abwässer aus der Nahrungsmittel verarbeitenden Industrie wie u.a. aus der Fasergewinnung (Fique, Leinen), Ölgewinnung (Palmen, Nüsse, Oliven), Kaffee-, Zuckerherstellung, Stärke- (Yuca, Mais, Reis, etc.), Pektingewinnung, Kartoffelverarbeitung, Obst- und Gemüseproduktion (Konserven), Fruchtsaftproduktion, Getränkeherstellung, Brauereien, Brennerien, Backhefeherstellung, Milchverarbeitung, Zellstoffgewinnung, Papierherstellung und Fleischwirtschaft (Schlachthöfe). Sie stellen neben einem reinen Umweltproblem auch ein großes hygienisches Problem dar.

Da die Abwasserarten sehr verschieden sind, ist es nicht möglich, sie nach dem gleichen Reinigungsverfahren zu behandeln.

Um die Einführung der anaeroben Abwasserreinigung zu vereinfachen, ist es wichtig, ein Behandlungskonzept zu entwickeln, daß es erlaubt, durch nur wenige verfahrenstechnische Lösungsvarianten die wichtigsten der o.g. Abwasserarten zu reinigen. Soll dieses Behandlungskonzept im Rahmen der GTZ-Aktivitäten durchgesetzt werden, so ist daran zusätzlich die Anforderung zu stellen, daß das Behandlungskonzept möglichst unter breiter Verwendung der bereits im Rahmen der GTZ-GATE Aktivitäten weltweit eingeführten Technologie - z.B. durch Nachrüstungsmaßnahmen - verwirklicht werden kann. Auch sollten die im Konzept zur Anwendung kommenden Komponenten einfach zu erstellen sein und in hohem Grade auf den Bau-

weisen aufbauen, die zum Bau der bisherigen, konventionellen Anlagentypen eingesetzt werden.

Ein solches Konzept [3, 4] und entsprechende Bauweisen [1 - 5] wurden im Rahmen der Aktivitäten des SEP-Kolumbien entwickelt.

2. Lösungsansatz

Das Behandlungskonzept geht davon aus, daß sich die Abwässer in zwei Klassen aufteilen lassen (s. Bild 1), und zwar in

- Substrate, deren Feststoffe zum überwiegenden Teil in gelöster Form vorliegen (Substratklasse I) und
- Substrate mit hohem Anteil an suspendierten, groben organischen Feststoffen (Substratklasse II).

Zur Behandlung der Substratklasse I werden im Aufstrom betriebene Anlagen mit Schlammbett (UASB) als am geeignetsten angesehen.

Die Frage der optimalen Behandlung der Substratklasse II gestaltet sich wesentlich schwieriger, weshalb für diese Substrate die Problemlösung auf zwei verschiedenen Wegen angegangen wurde:

- Alternative 1: Modifizierter UASB mit speziellen integrierten Gas-Schlammabscheidern und Gasspeicher
- Alternative 2: Modulares Doppel-Biogas-System (MDB-System)

3. Verwirklichung des Lösungskonzeptes; demonstriert anhand praktischer Beispiele aus Kolumbien und Thailand

Tafel 1 zeigt, welche Aktivitäten seitens der GTZ bisher unternommen wurden, um dieses Konzept in der Praxis zu verwirklichen.

Im folgenden soll anhand einiger ausgewählter Beispiele aufgezeigt werden, wie dieses Konzept von Fall zu Fall umgesetzt wurde und wo die Grenzen des Machbaren gegenwärtig liegen; es soll zum Nachahmen angeregt und zu neuen Ideen inspiriert werden.

Beispiel 1:

Als erste Anlage, die die Abwässer der Substratklasse II vollständig behandelt, ging die Anlage auf dem Betrieb von Familie Toro, Cali, Kolumbien im Mai 1988 in Betrieb.

Die Anlage behandelt ein Gemisch aus Schlachthof- und Haushaltsabwässern sowie Abläufe einer Mastschweinehaltung. Das Abwasser wird der Anlage direkt zugeführt, nachdem es zuvor einen Rechen pas-

Bild 1: Entsorgungskonzepte zur Behandlung von Abwässern aus der Agroindustrie und Siedlungen in Abhängigkeit von der Substratklasse

Bild 1a: Schlammbettreaktoren im Aufstrombetrieb für Substrate, deren Feststoffe zum überwiegenden Teil in gelöster Form vorliegen (Substratklasse I)

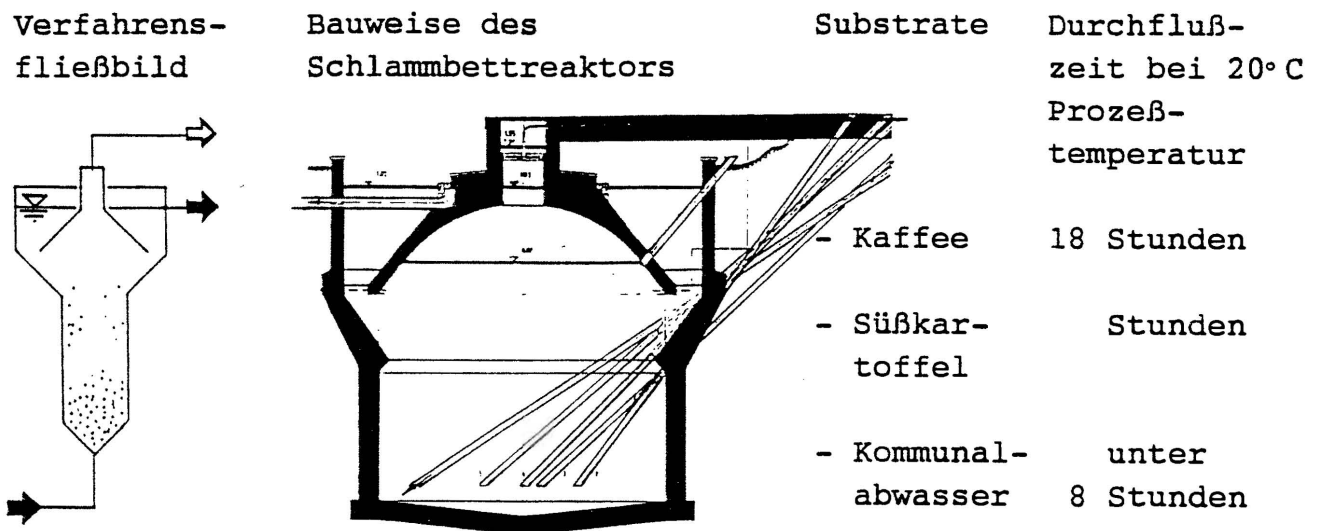
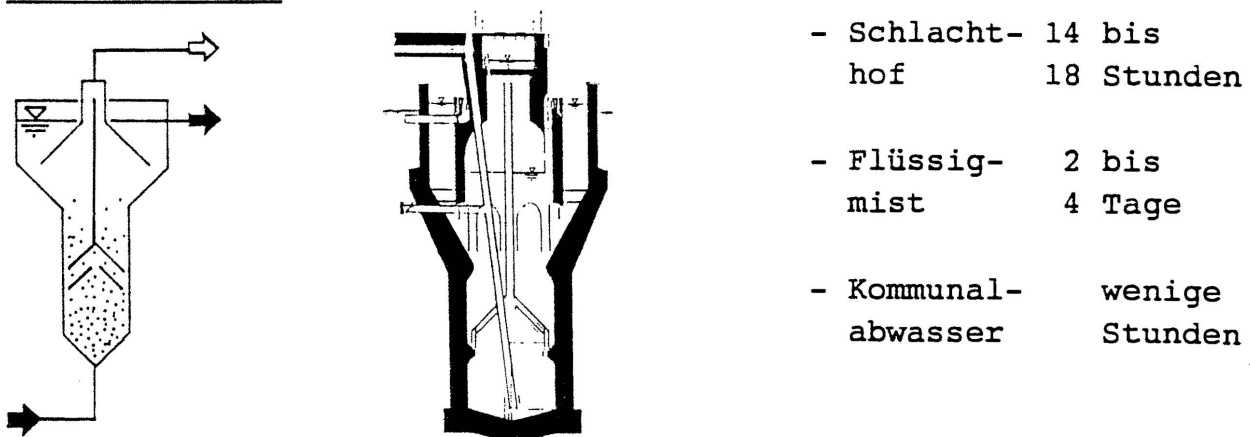


Bild 1b: Reaktoren mit und ohne integrierten Gas-Schlammabscheider für Substrate mit hohem Anteil an suspendierten, groben organischen Feststoffen (Substratklasse II)

Alternative 1:

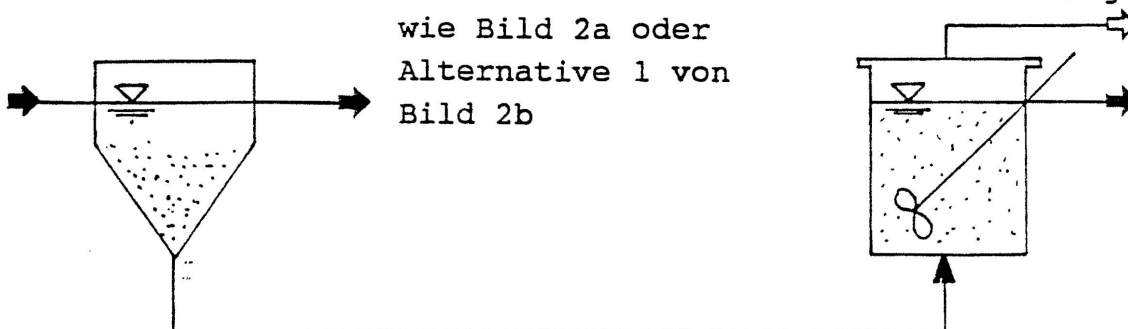


Alternative 2:

Absetzbecken

Schlammbettreaktor
wie Bild 2a oder
Alternative 1 von
Bild 2b

Durchlaufanlage



Tafel 1: Vorhandene Lösungskonzepte im Rahmen der GTZ-Aktivitäten zur Reinigung von Abwässern aus Siedlungen und der Agroindustrie; zum Teil noch im Bau befindlich.

Projektstandorte:

- A: Mai Hia Agricultural Research and Training Center, Thailand
 B: Arcesio Díaz, Kolumbien
 C: Porcilandia, Kolumbien
 D: Ramírez Jiménez, Kolumbien
 E: Tiburcio Toro, Kolumbien
 () = Im Rohbau

Lösungskonzepte	Behälterinhalte an der Projektstandorten				
	A	B	C	D	E
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³

Substratklasse I:

- Schlammbettreaktor (UASB)	-	-	-	-	-
-----------------------------	---	---	---	---	---

Substratklasse II:

Alternative 1: - Schlammbetttr. mit Gas-Schlammabscheider	-	-	-	-	6.5
Alternative 2: - Absetzbecken	14	12	98	28	-
- Schlammbettreaktor (UASB)	50	-	-	-	-
- durchmischter Reaktor	2mal 100	45	(240)	(93)	-

siert hat. Zentrales Element der Anlage ist der 6,5 m³ fassende, im Aufstrom betriebene Schlammbettreaktor mit speziellem integriertem Gas-Schlammabscheider [2, 3, 5].

Das Rechengut selbst wird zusammen mit dem Panseninhalt aus dem Schlachthof neben der Anlage in zwei gemauerten Kammern kompostiert.

In der Konstruktion übernimmt die Anlage viele Bauelemente der im Rahmen der BVP-Aktivitäten bewährten Festdomanlage wie Einstiegsöffnung und Gasspeicher und wurde wie diese vollkommen aus Ziegeln gemauert.

Der Gasspeicher ist ausreichend bemessen, um die Schwankungen im Gasverbrauch über den Tag auszugleichen. Damit kann das Gas nahezu

vollständig über nachts betriebene Gasstrahler zur Ferkelnestbeheizung und tagsüber in der Küche beim Kochen aufgebraucht werden. Bild 2 zeigt die Anlage, während sie kurz nach Inbetriebnahme den Teilnehmern auf dem GTZ-CVC-Biogas Seminars "Lateinamerika und Karibik" vorgestellt wird. Im Schnitt ist der Reaktor in Bild 1b zu erkennen.

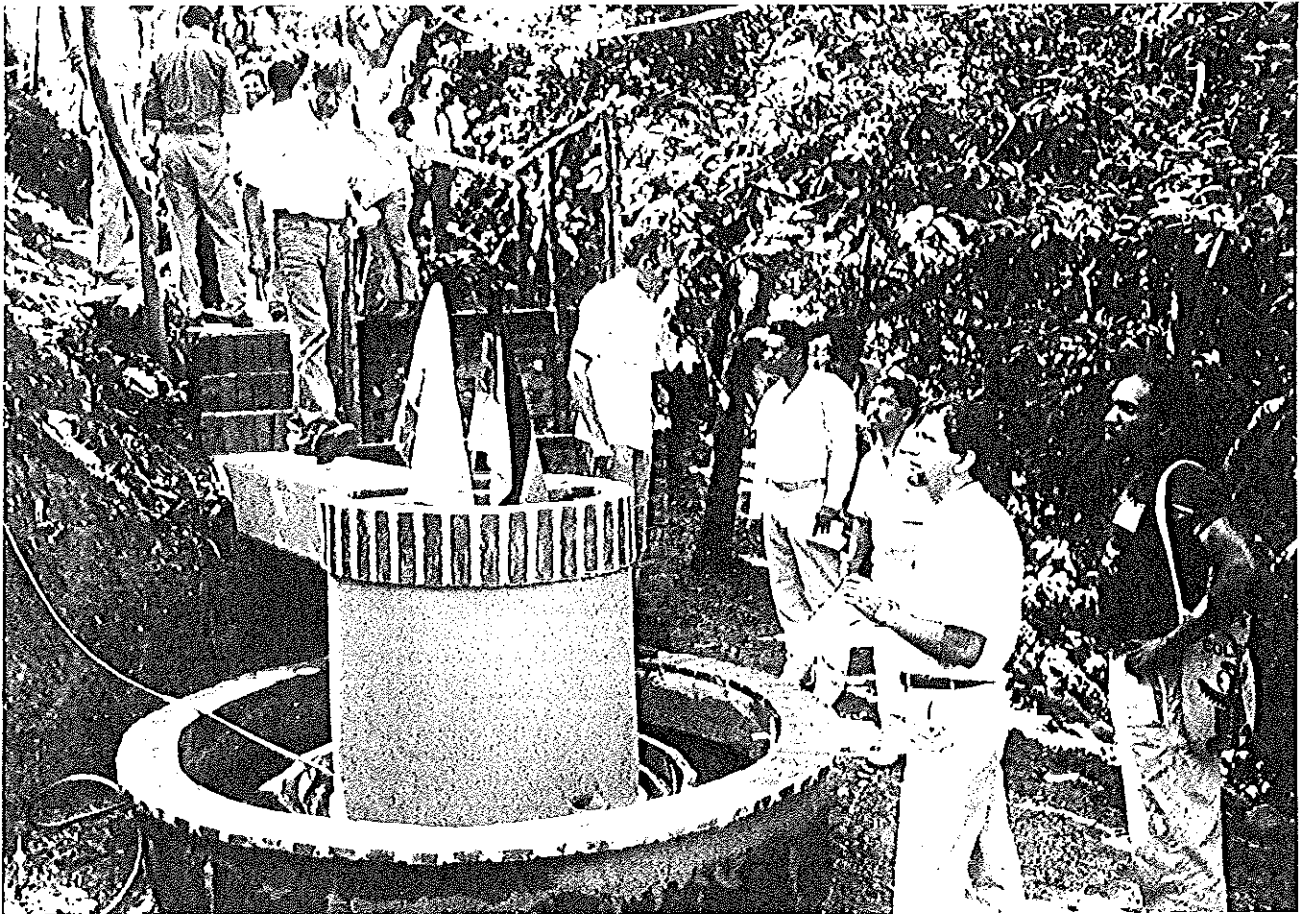


Bild 2: Anaerobe Abwasserreinigungsanlage auf dem Betrieb von Familie Toro, Cali, Kolumbien. Inbetriebnahme Mai 1988. Hinter der Anlage liegen die Kompostkammern.

Beispiel 2:

Zeitgleich zur o.g. Anlage entstand die anaerobe Abwasserreinigungsanlage nach dem Konzept des "Modularen Doppel-Biogas"-Systems (MDB-System) (vgl. Bild 1b, Alternative 2) auf der Finca von Sr. Arcesio Díaz, Palmira, Kolumbien.

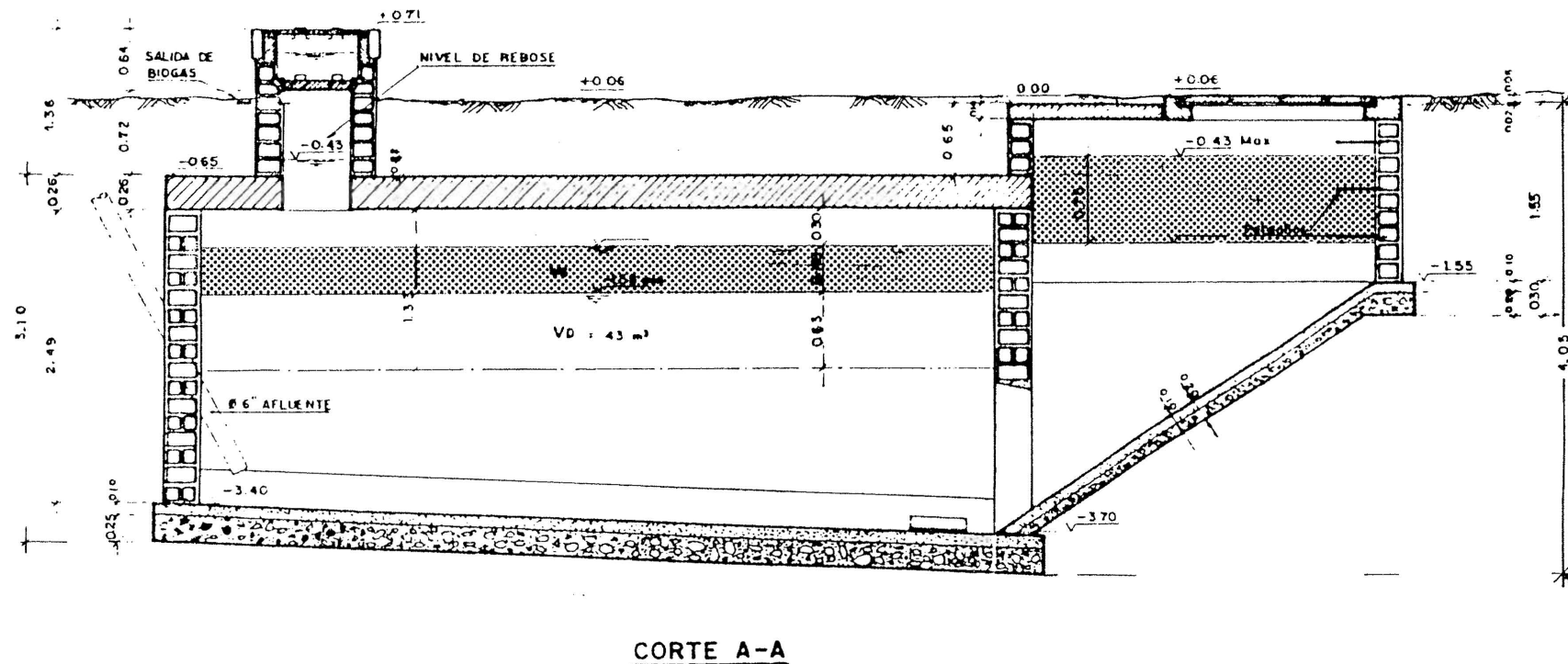


Bild 3: Anaerobe Abwasserreinigungsanlage nach dem MDB-System auf der Finca von Sr. Arcesio Díaz, Palmira, Kolumbien. Längsschnitt durch die Festdomanlage in Tunnelbauweise mit Ausgleichbecken (Schlammbehandlung). Inbetriebnahme Ende 1988.

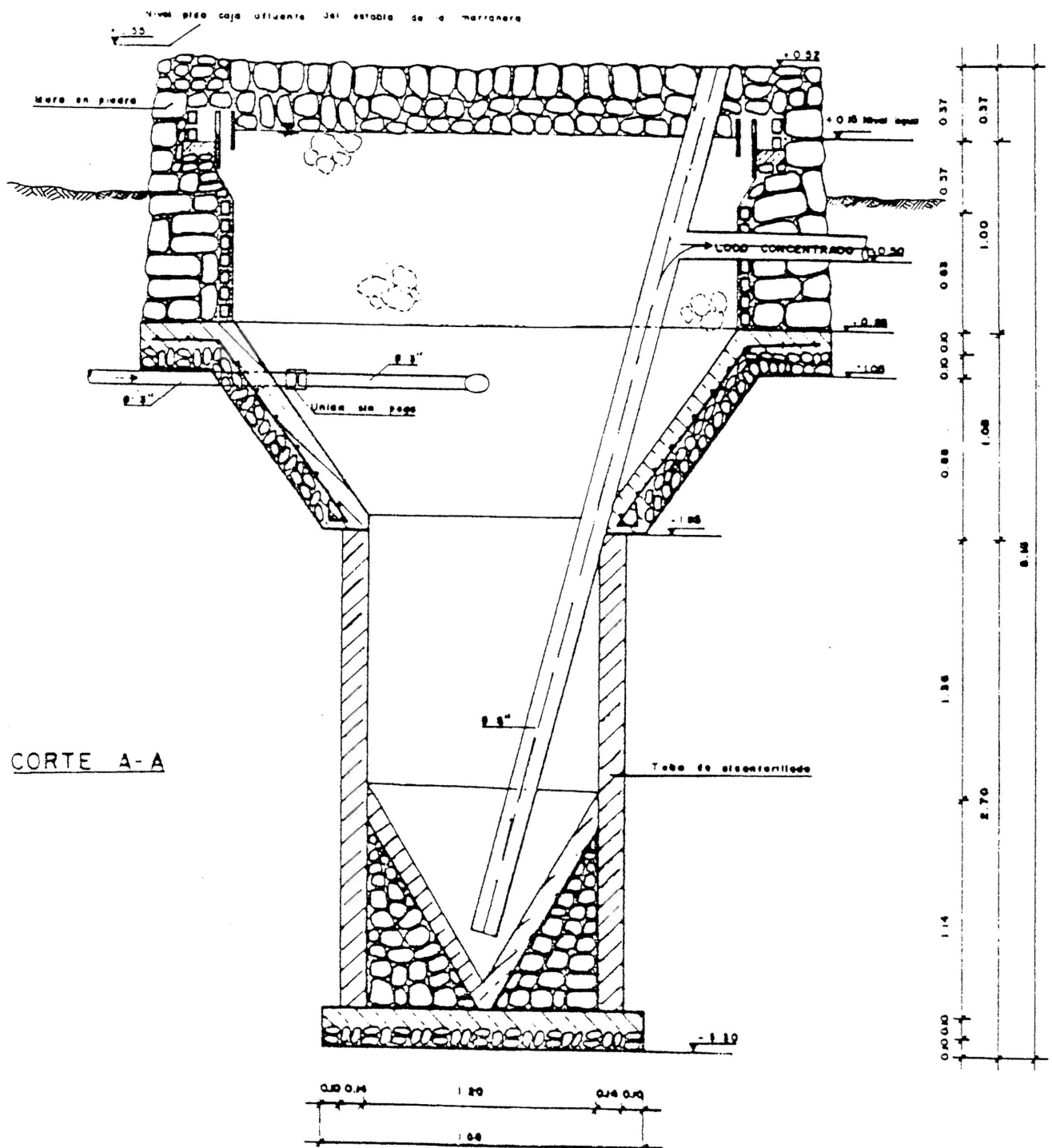


Bild 4: Absetzbecken mit Eindicker. Längsschnitt (Behandlung des Rohabwassers).

Die Anlage behandelt ein Gemisch aus Rinder- und Schweineflüssigmist aus einer Stallhaltung mit 250 Mastschweinen.

Das Abwasser gelangt zunächst in ein 12 m³ fassendes Absetzbecken kombiniert mit Eindicker, das die sedimentierfähigen Feststoffe abtrennt. Diese gelangen von dort als Schlamm in eine 45 m³ Festdomanlage (Bild 3), die in Tunnelbauweise mit Ausgleichstank konstruiert wurde. Eine anaerobe Weiterbehandlung der von dem Absetzbecken ablaufenden Abwässer findet bisher nicht statt.

Das Kernstück der Anlage bildet zweifellos das Absetzbecken mit Eindicker. Wie Bild 4 zeigt, wurde der Eindicker unter Verwendung eines Kanalisationsrohres erstellt, das mit einfachsten Mitteln in die Baugrube herabgelassen wurde (Bild 5). Der Absetzbecken selbst wurde unter weitestgehender Verwendung von den Natursteinen errichtet, die bei den Ausschachtungsarbeiten anfielen. Dies geschah weniger im Hinblick darauf, die Baukosten zu senken, als mit dem Ziel, die Anlage baulich möglichst gut in das Bild der Berglandschaft einzupassen (Bild 6).

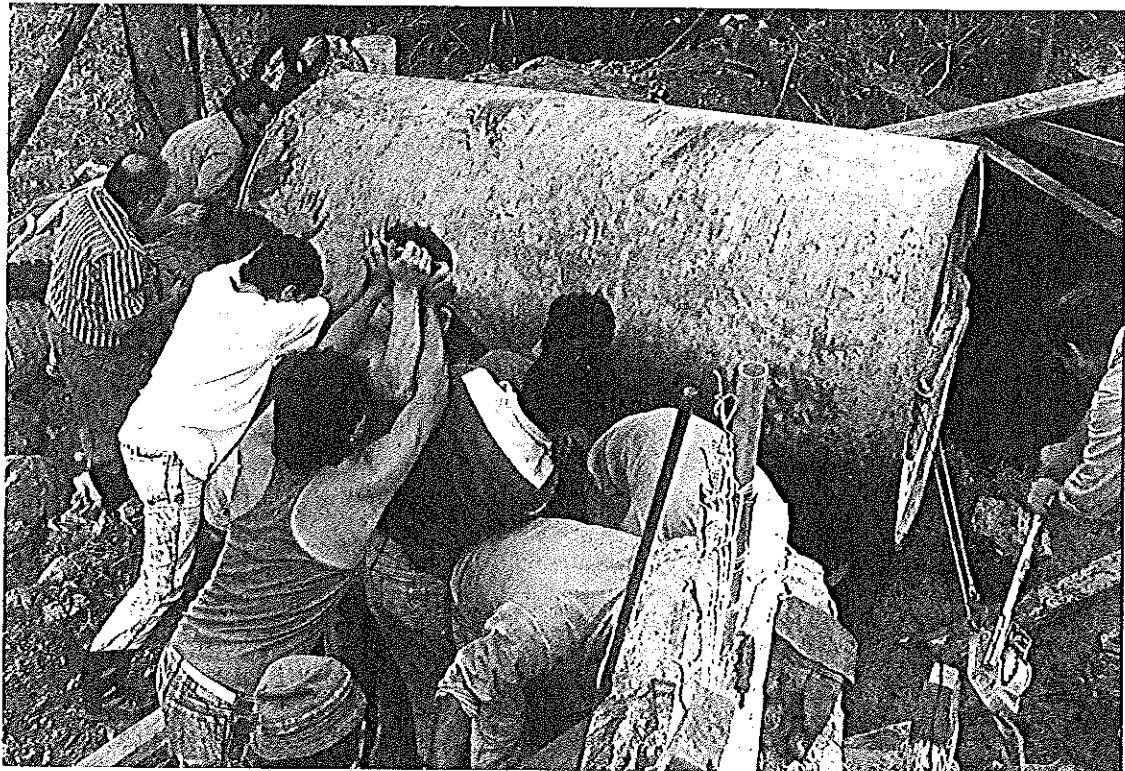


Bild 5: Absetzbecken im Bauzustand (Installation des Eindickers)



Bild 6: Absetzbecken aus Natursteinmauerwerk nach Fertigstellung im März 1989

Beispiel 3:

Am Standort der Granja von Sr. Ramírez Jiménez, Yamundí, Kolumbien bestand die Aufgabe darin, die bestehende, in Bild 7 wiedergegebene, uneffiziente Art der Abwasserbehandlung - bestehend aus Absetzbecken, Schlammfaulung und Trockenbeet - zu verbessern. Das Abwasser auf der Granja entstammte vornehmlich einer Intensivtierhaltung mit etwa 900 Mastschweinen.

Die Problematik der Anlage bestand insbesondere darin, daß

1. das Absetzbecken die sedimentierfähigen Feststoffe nicht richtig eindickte,
2. die drei vorhandenen Festdom-Biogasanlagen zu stark beschickt wurden, nicht gasdicht und
3. ohne Ausgleichsbehälter konstruiert worden waren.

Ferner war die aus dem Absetzbecken ablaufende Restfracht zu hoch, um ohne Weiterbehandlung in den Vorfluter geleitet zu werden.

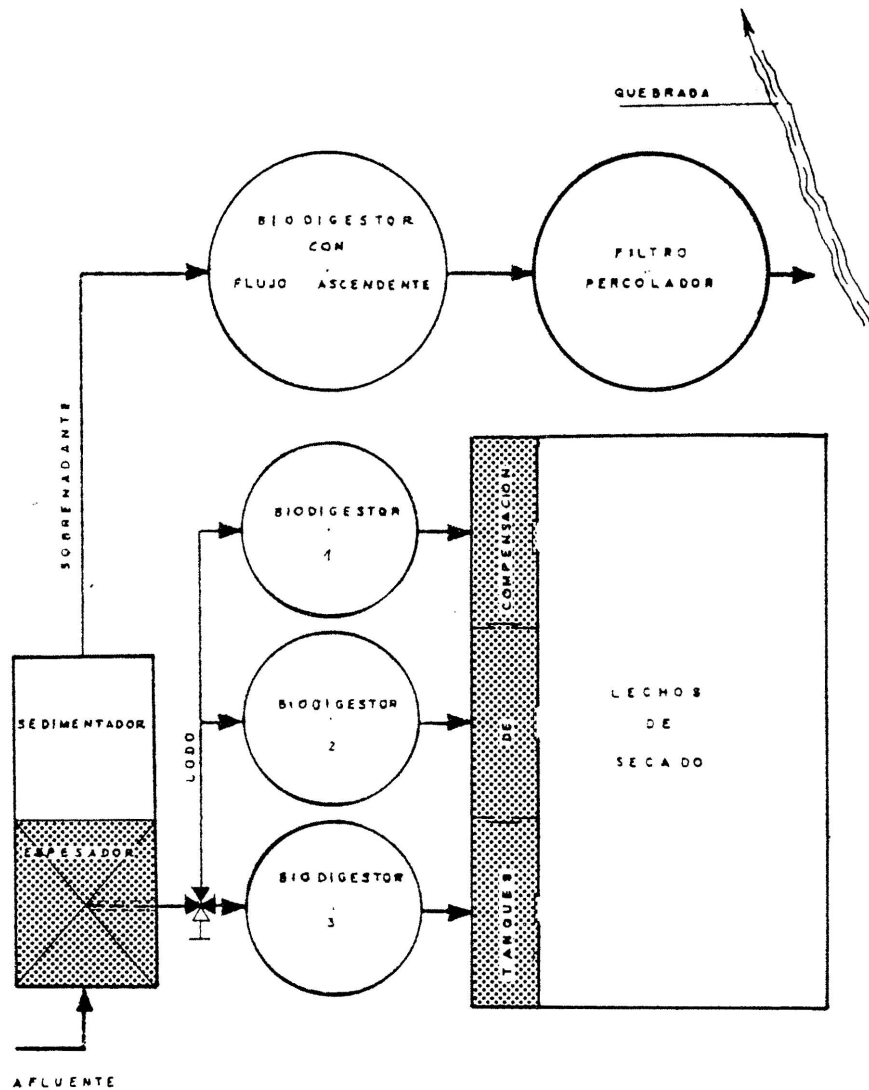
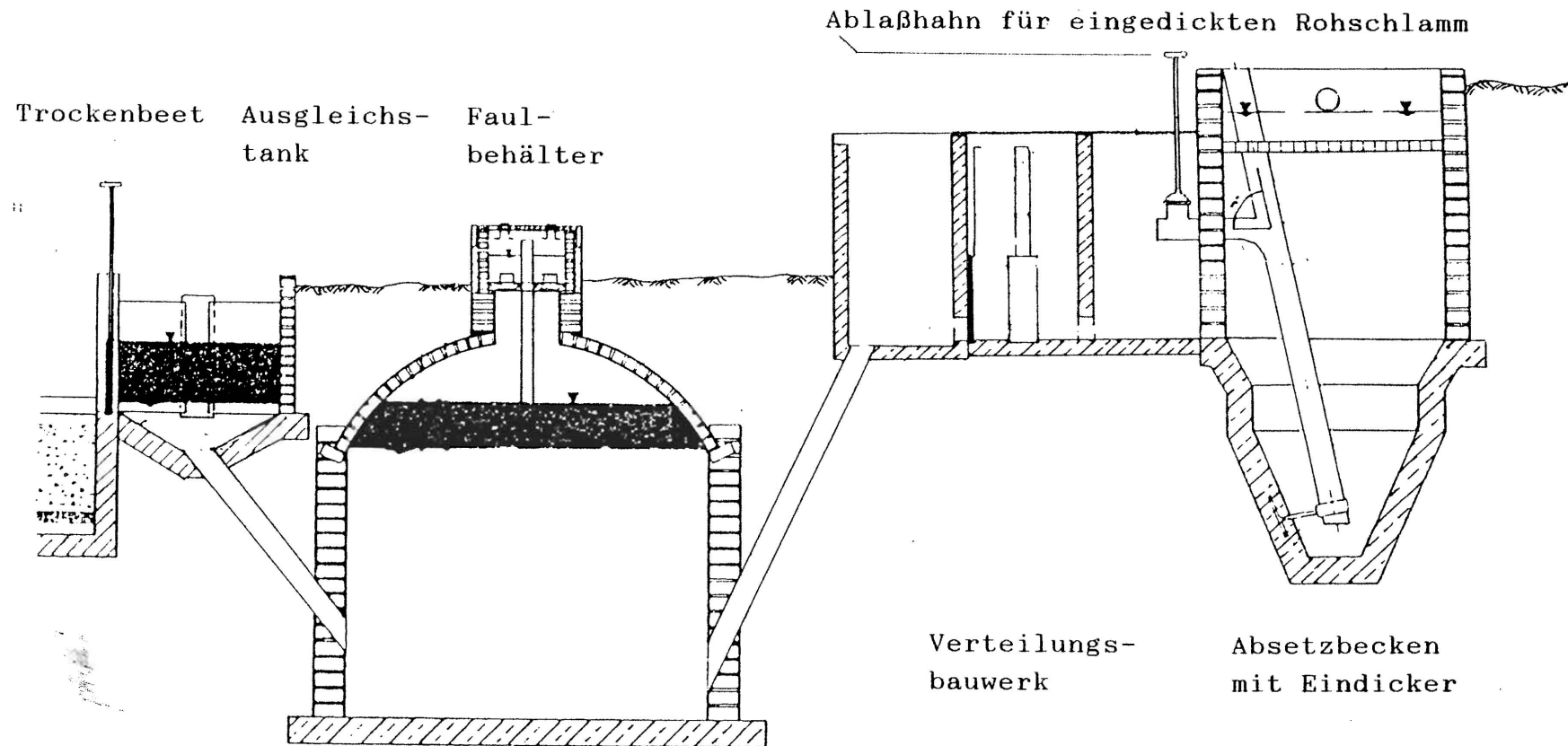


Bild 7: Bestehende Situation - Absetzbecken, Schlammfaulung, Trockenbeete - mit Vorschlag zur weitergehenden Reinigung des aus dem Absetzbecken ablaufenden Abwassers über eine nachgeschaltete Anaerobstufe und einen Tropfkörper für die Granja von Sr. Ramírez Jiménez, Yamundí, Kolumbien. Umbaumaßnahmen - Eindicker und Ausgleichsbecken - schraffiert dargestellt.

Die Lösung dieses Problems wurde zunächst durch den Umbau des Absetzbeckens, daß einen Schlammeindicker erhielt (Bild 8) in Angriff genommen. Ferner wurden die drei, jeweils 31 m³ fassenden Faulbehälter im Bereich des Einstiegs umgebaut und mit rechteckigen Ausgleichtanks versehen.

Zur Weiterbehandlung des aus dem Absetzbecken auflaufenden Abwassers waren eine Anaerob-Stufe sowie ein Tropfkörper vorgesehen (Bild 7). Bild 9 zeigt die Anlage während der Umbauarbeiten.



CORTE A-A

Bild 8: Schnitt durch die sanierte Anlage bestehend Absetzbecken mit Eindicker, Faulbehälter mit Ausgleichstank, Trockenbeet (Neu- und Umbauten stark ausgezogen).



Bild 9: Blick auf die Gesamtanlage bestehend aus einem Absetzbecken mit Eindicker (vor den Stallungen gelegen), drei Festdomanlagen mit rechteckigem Ausgleichsbecken und den Trockenbeeten zur Entwässerung des Faulschlammes (vorn rechts im Bild), Situation Ende 1989.

Beispiel 4:

Während an allen o.g. Standorten die Weiterbehandlung des aus dem Absetzbecken ablaufenden Abwassers nicht verwirklicht werden konnte, gelangte dies auf der "Mae Hia Research Station and Training Center" der Universität Chiang Mai, Thailand, auf Anhieb.

Die dort errichtete Anlage (Bild 10) wurde für die Behandlung eines Gemisches aus mit Waschwasser verdünntem Schweineflüssigmist und Abwasser eines kleinen Schlachthofes konzipiert [6]. Der Schweineflüssigmist stammte aus einer Intensivtierhaltung mit 130 Großvieheinheiten (ca. 1040 Mastschweine). Mit der Planung wurde im Juni 1989 begonnen. Sechs Monate später wurde die Anlage in Betrieb genommen.

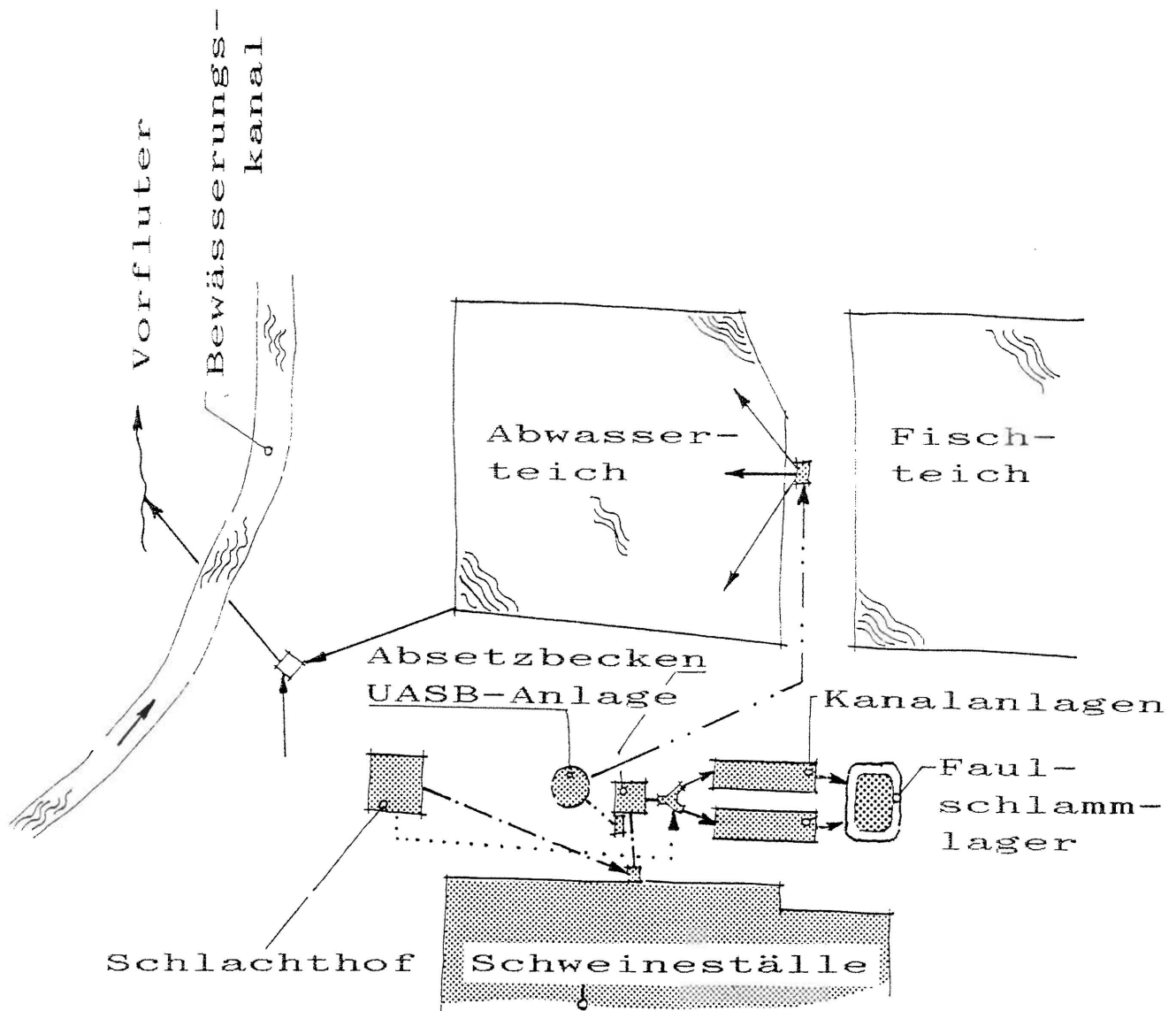


Bild 10: Behandlungskonzept mit anaerober Abwasserreinigungsanlage nach dem MDB-System auf der "Mae Hia Research Station and Training Center" der Universität Chiang Mai, Thailand. Schematische Darstellung.

Stoffströme:

- - - - Linie 1: Rohabwasser vom Schlachthof und von der Intensivtierhaltung
- Linie 2: Sedimentierte Feststoffe
- · · · Linie 3: Abwasser frei von absetzbaren Feststoffen
- · · · · Linie 4: Feststoffe aus dem Schlachthof

Die Anlage besteht aus einem 14 m³ fassenden Absetzbecken, zwei jeweils 100 m³ großen Kanalanlagen (Bild 11) und einem UASB mit 50 m³ Inhalt (Bild 12). Das aus dem UASB ablaufende, anaerob gereinigte Abwasser wird in einer Lagune aerob nachbehandelt, bevor es zum Schluß in dem Vorfluter gelangt.

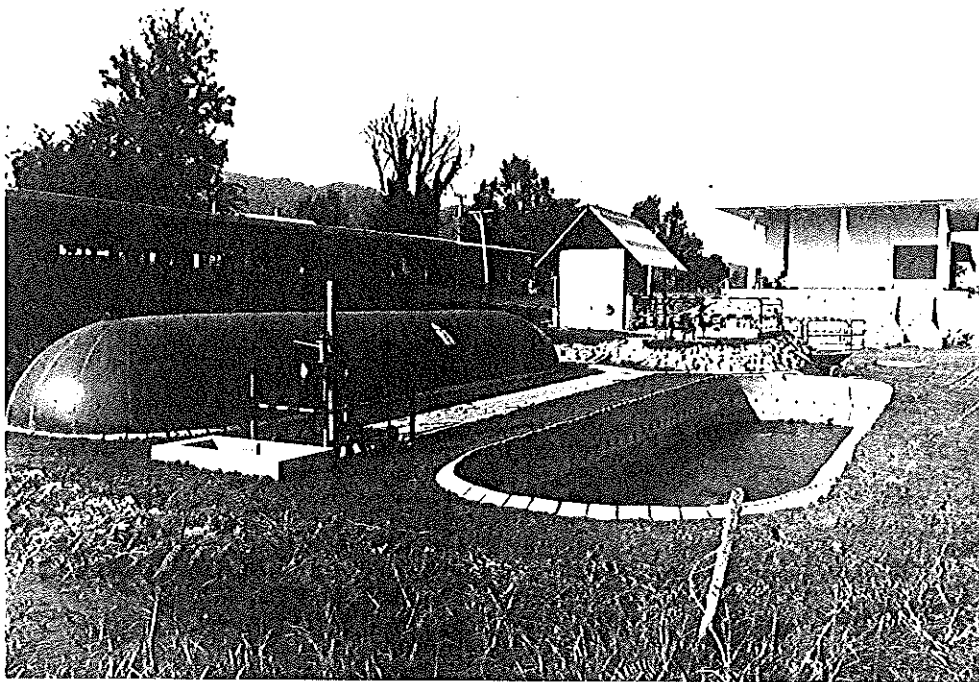


Bild 11: Blick zum Schlachthof. Im Vordergrund die zwei 100 m³ fassenden Kanalanlagen dahinter liegend das Absetzbecken mit Eindicker sowie die 50 m³ fassenden UASB-Anlage.

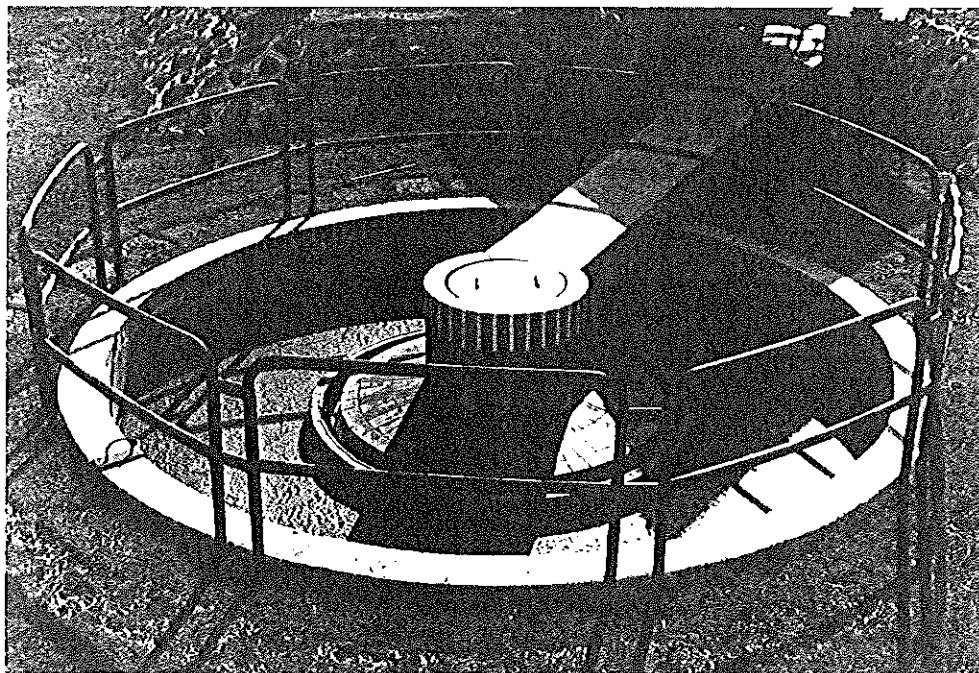


Bild 12: 50 m³ UASB-Anlage aus Ziegelsteinmauerwerk

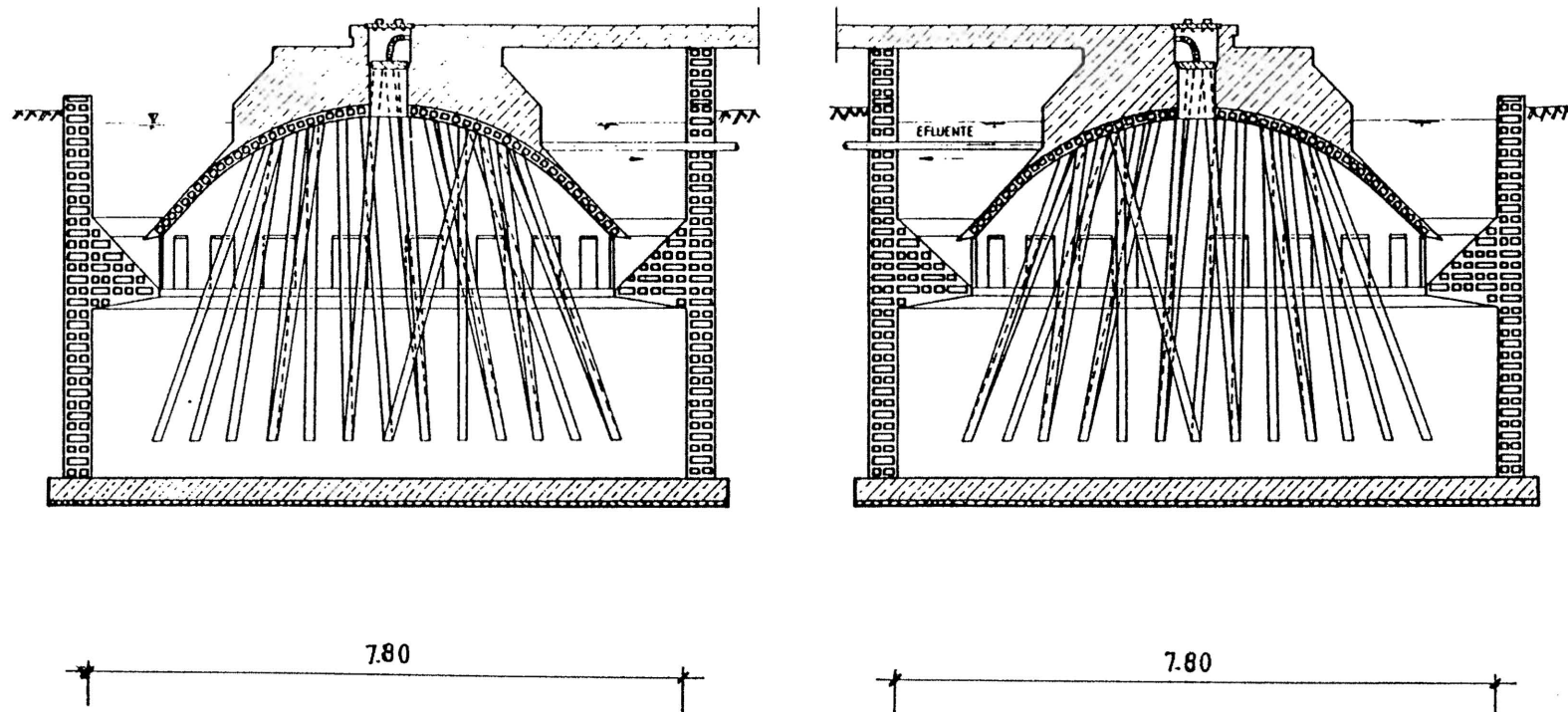


Bild 13: Anlage zur anaeroben Behandlung kommunaler Abwässer bestehend aus zwei Reaktoren mit jeweils 200 m³ Inhalt (Schnitt A - A), ausreichend für ca. 6.000 EGW.

Der UASB wurde nach dem gleichen Bauprinzip erstellt wie der 6,5 m³ große Prototyp in Kolumbien. Die Konstruktion und Fertigstellung der Kuppel erfolgte nach kurzer Einweisung des lokalen Bau-personals ohne jegliche Bauüberwachung mit sehr zufriedenstellendem Resultat. Bild 1a zeigt den Reaktor im Schnitt. Es handelt sich dabei um die größte, im Rahmen der GTZ-Aktivitäten errichtete Anlage diesen Typs.

Beispiel 5:

Zur Lösung der drängenden Fragen in den Ländern der Dritten Welt auf dem Gebiet der Hygiene und der Umweltverschmutzung ist diese Anlage wegen ihrer relativ bescheidenen Größe jedoch nur sehr begrenzt geeignet. Wenn Hochleistungsanlagen im ländlich strukturierten Raum sinnvoll eingesetzt werden sollen, so müssen diese Anlagen in der Lage sein, in den Dörfern und in den Betrieben der Agroindustrie anfallende Abwasserfrachten zu behandeln, die sich in der Größenordnung von einigen Tausend Einwohnergleichwerten bewegen [7].

Eine Fallstudie, die anhand der Abwasserbehandlung der Universität in Chiang Mai, Thailand, durchgeführt wurde, stößt in diese Größenordnung vor [8]. Bild 13 zeigt als Ergebnis eine Doppelanlage, bestehend aus zwei 200 m³ fassenden Reaktoren, die in der Lage sind, das Abwasser von etwa 6.000 Einwohnern zu entsorgen. Das wichtigste und am schwierigsten auszuführende Element dieser Reaktoren bildet die im Zentrum befindliche Kuppel mit ca. 6,5 m Durchmesser. Kuppeln mit diesem Durchmesser wurden schon an fast allen BVP-Standorten bei der Errichtung von 50 m³ Festdomanlagen gebaut.

Es zeigt sich, daß für das im Rahmen des BVP tätige Personal die Errichtung derartiger Anlagen mit Demonstrationscharakter in greifbare Nähe rückt.

4. Erste Betriebsergebnisse und Erfahrungen

Nachdem die ersten der o.g. Anlagen vor kurzem evaluiert wurden, lassen sich erste abgesicherte Betriebsergebnisse und Erfahrungen nennen:

Danach arbeitet die für die Substratklasse II errichtete Anlage auf dem Betrieb der Familie Toro mit einer Durchflußzeit zwischen

2 und 4 Tagen bei Prozeßtemperatur von 20 bis 22 °C. Die auf den Reaktorinhalt bezogene Gasmenge liegt seit Inbetriebnahme relativ konstant bei 0,9 m³/m³d. Das entspricht einem auf den Reaktorinhalt bezogenen Methanertrag von 0,7 m³/m³.

Die Raumbelastung an anaerob abbaubarem chemischem Sauerstoffbedarf liegt bei ca. 3 kg CSBa/m³d, was sich recht gut mit der von Frass [9] festgestellten CSB-Raumbelastung in Höhe von 5 kg CSB/m³d deckt. Der Abbaugrad des CSBa liegt etwa bei 80 %. Nach Frass [9] lag der CSB-Abbaugrad bei wenig mehr als 50%. Bei gezielter Abtrennung des Überschußschlammes wird sich dieser Wert sicherlich noch verbessern lassen.

Seit fast drei Jahren ist die Anlage nunmehr im Betrieb. Obgleich es insbesondere anfangs aufgrund des noch wenig erfahrenen Betriebspersonals zu ganz erheblichen Stoßbelastungen kam, war der Prozeß während des ganzen Zeitraums stets stabil.

Auch der Substratfluß war störungsfrei. Nach Jahren traten jedoch einige Verstopfungen auf, weil es der Betreiber trotz Hinweis unterlassen hatte, in halbjährigem Turnus Überschußschlamm abzulassen. Ferner sammelte sich inertes Material im Reaktor an, weil entgegen der Planung für das Abwasser aus dem Bereich des Schlachthofs kein Sandfang (gegen Ansammlung von Inertstoffen wie Kies, Sand, Glas, Knochenreste) errichtet worden war. Nach Entleerung und Ausräumen des Reaktors konnte die Anlage innerhalb kurzer Zeit unter teilweiser Verwendung alten, zwischengelagerten Anaerob-Schlammes voll in Betrieb genommen werden [9].

Nach fast einjähriger Betriebszeit wurde nun auch das zur Behandlung der Substratklasse II als Alternative entwickelte MDB-System evaluiert [7].

Wie im vorstehenden Fall arbeitet der hier installierte UASB bei 2 Tagen Durchflußzeit. Die Prozeßtemperatur ist allerdings höher und bewegt sich je nach Jahreszeit zwischen 25 bis 30 °C. Der CSB-Abbaugrad des Gesamt-Systems liegt oberhalb von 90 %. Die aerobe Stufe ist darin nicht berücksichtigt. Bild 14 macht das Ergebnis anschaulich greifbar.

Störungen im Substratfluß traten bisher nicht auf. Trotz starker hydraulischer Stoßbelastungen ist der Prozeß auffallend stabil.

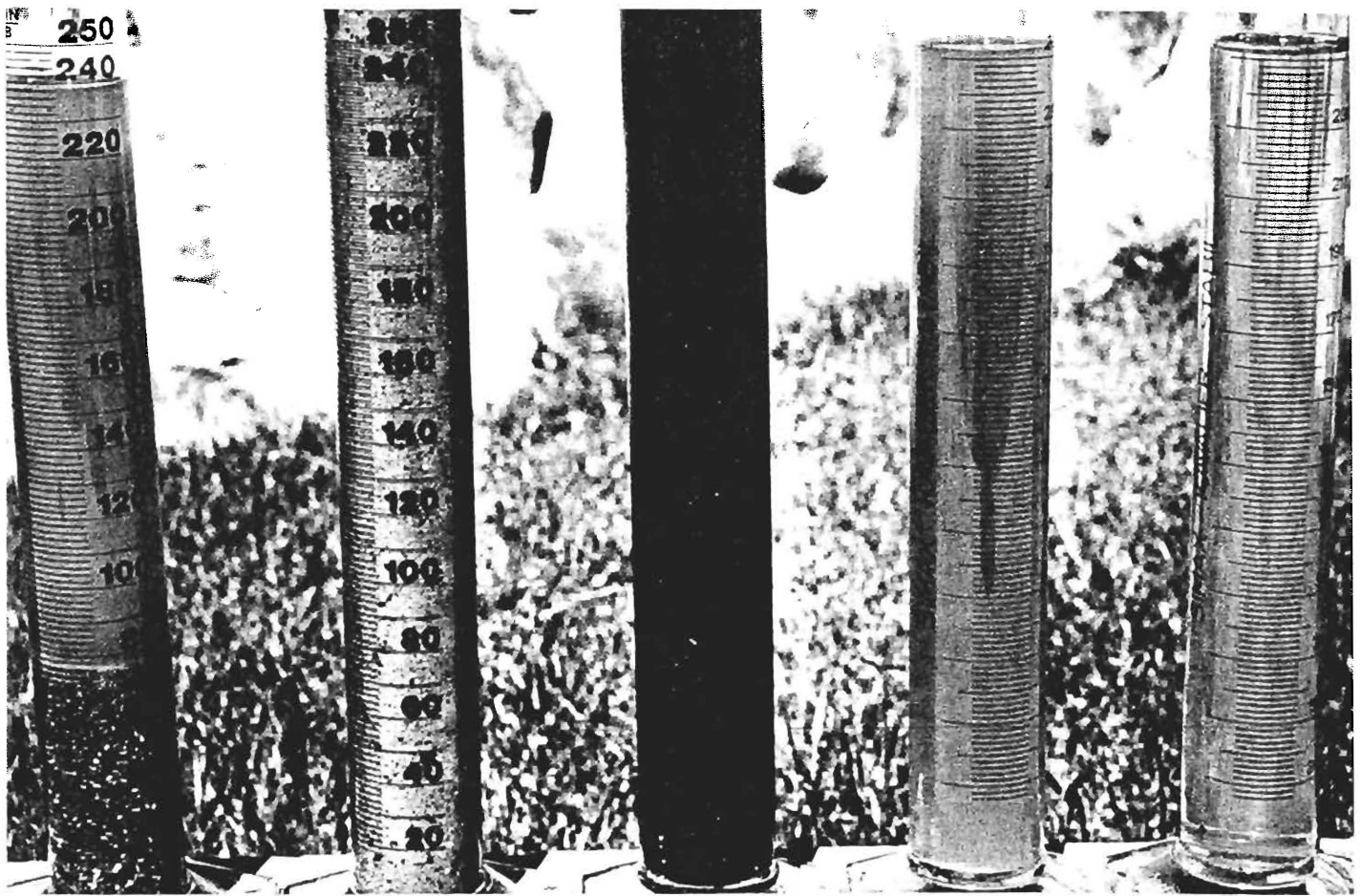


Bild 14: Beschaffenheit der Abwässer und Schlammströme:
 von links nach rechts:
 Zulauf zum Absetzbecken, eingedickter Schlamm im Zulauf
 der Kanalanlage, Faulschlamm im Auslauf der Kanalanlage,
 Zulauf zum UASB, Ablauf des UASB

Über die anderen o.g. Anlagen liegen nur sehr wenig Informationen vor. Danach ist auch hier in allen Fällen der Prozeß stabil, obgleich die Reaktoren mit unakzeptabel kurzer Durchflußzeit betrieben werden. So ergeben sich nach Angaben von Frass [9] für die Betriebe Díaz und Jiménez folgende Eckdaten (Tafel 2):

Auslegungs- und Betriebsparameter	Dim.	A n l a g e n s t a n d o r t e	
		Arcesio Díaz	Ramírez Jiménez
Faulrauminhalt	m ³	45	93
Schweine	Stk	250	900
Gegenwärtige Betriebseinstellung:			
Schlamm-Menge.	m ³ /d	4	17
Durchflußzeit	d	11	5
Korrekte Betriebsweise gemäß Planung:			
Schlamm-Menge	m ³ /d	1	3,5
Durchflußzeit	d	45	27

Tafel 2: Auslegungs- und Betriebsparameter der beiden MDB-Systeme an den Standorten Díaz und Jiménez.

Wie die Daten der gegenwärtigen Betriebseinstellung zeigen, werden die Anlagen offenbar in Unkenntnis des Funktionsprinzips nicht nur mit dem Schlamm beschickt, der sich in den Eindickern der Absetzbecken abgesetzt hat, sondern zusätzlich mit dem darüber anstehenden feststofffreien Wasser. Dadurch reduzieren sich die Durchflußzeiten in den Faulbehältern entgegen den Planungsdaten von 45 auf 11 und von 27 auf 5 Tage. So läßt sich selbstverständlich keine zufriedenstellende Ausfäulung des Schlammes erreichen.

An diesem Punkt zeigt sich, daß die Projekte wie Betreiber beim Einsatz dieser Technologie sicherlich noch einige Zeit beraten werden müssen, bevor an den Standorten des BVP mit dieser neuen Technologie optimale Ergebnisse erzielt werden können.

5. Kosteneinsparung

Wie die o.g. Betriebsergebnisse zeigen, läßt sich mit den im Rahmen der GTZ-Aktivitäten eingeführten Hochleistungsanlagen gegenüber den bisher verwendeten Anlagen bei insgesamt gleichem Gasertrag die Durchflußzeit um mehr als den Faktor 20 reduzieren. Wie erste Baukostenauswertungen zeigen, führt dies gegenüber der herkömmlichen Technologie zu einer Reduktion in den Baukosten in der

Größenordnung von 80 %. Damit haben sich die anfangs gehegten Hoffnungen erfüllt [1], durch die Einführung von Hochleistungsanlagen an den BVP-Standorten zu wirtschaftlich tragfähigen Lösungen im Bereich der Abwasserreinigung zu kommen.

6. Zusammenfassung und Folgerungen

Innerhalb von vier Jahren wurden an fünf Standorten in Südamerika und Südostasien im Rahmen der GTZ-Biogasaktivitäten einfache Hochleistungsanlagen eingeführt. Die Anlagen wurden ausschließlich von Fachkräften errichtet, die mit dem Bau konventioneller Biogasanlagen vertraut waren. Für die Konstruktion wurde nur örtlich verfügbares Baumaterial eingesetzt. Der Bau der Anlagen bereitete keine Schwierigkeiten.

Die mittlererweile vorliegenden langjährigen Betriebserfahrungen sind durchweg positiv. Durch die neu eingeführte Technologie können die Durchflußzeit und damit die Kosten der Anlagen im Vergleich zur vorhandenen Technologie ganz entscheidend verringert werden.

Zusammenfassend betrachtet kann die neue Technologie als im praktischen Betrieb erprobt angesehen werden. Damit kann mit deren Einführung an anderen BVP-Standorten sowie deren Verbreitung begonnen werden.

Unter Berücksichtigung des in den GTZ-Biogasprojekten vorhandenen Ausbildungsstandes der Maurer ist aus fertigungstechnischer Sicht der Bau von Hochleistungsanlagen von pro Faulraum bis zu 200 m³ Inhalt in greifbare Nähe gerückt. Würden derartige Einheiten eingesetzt, so ließen sich damit Abwässer mit einer Schmutzfracht von 6.000 Einwohnergleichwerten (EWG) nahezu vollständig biologisch reinigen.

7. Ausblick

Wie dieser Beitrag zeigt, sind Hochleistungsanlagen nicht, weil sie als Ergebnis langjähriger Forschungsarbeiten "Hightech" sind, zwangsläufig hochkompliziert und nur für Industrieländer anwendbar. Im Gegenteil! Sie lassen sich mit einfachen Mitteln erstellen, sind von hoher Funktionalität und arbeiten betriebssicher. Sie sind in den meisten Fällen wettbewerbsfähiger als andere konkurrierende Reinigungsverfahren und damit geradezu dazu prädestiniert, um in Entwicklungsländern zur Lösung der dort akut vorhandenen Probleme eingesetzt zu werden.